



中华人民共和国国家标准

GB/T 32566.2—202X

不锈钢焊接气瓶 第2部分：试验压力大于6MPa的气瓶

Welded stainless steel cylinders Part2:Test pressure greater than 6 MPa

(ISO 18172-2:2007, Gas cylinders-Refillable welded stainless steel cylinders-Part
2:Test pressure greater than 6MPa ,MOD)

(征求意见稿)

2024-6-19

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前 言.....	III
1 范围.....	6
2 规范性引用文件.....	6
3 术语和定义.....	7
3.1 屈服强度 yield stress.....	7
3.2 固溶处理 solution annealing.....	7
3.3 冷作成形强化 cold working.....	7
3.4 常温应变强化 cold forming.....	7
3.5 批量 batch.....	7
3.6 设计应力系数(F) design stress factor.....	7
3.7 钢瓶主体 main body of the cylinder.....	7
4 符号和说明.....	8
5 材料与热处理.....	8
5.1 总则.....	8
5.2 材料类别.....	9
5.3 热处理.....	9
5.4 试验要求.....	9
6 设计.....	9
6.1 一般要求.....	10
6.2 瓶体壁厚计算.....	10
6.3 凸形封头设计.....	10
6.4 最小壁厚要求.....	12
6.5 其它形状封头.....	12
6.6 开孔设计.....	12
6.7 阀座(塞座).....	13
7 制造和工艺要求.....	13
7.1 一般要求.....	13
7.2 焊接.....	13
7.3 承压部件的焊接接头.....	13
7.4 非承压附件.....	13
7.5 阀门保护.....	14
7.6 瓶口螺纹.....	14
7.7 目视检测.....	14
8 型式试验.....	14
8.1 一般要求.....	14
8.2 验证与试验.....	15

8.3 试验要求.....	15
8.4 型式试验证书.....	16
9 批量试验.....	16
9.1 一般要求.....	16
9.2 资料.....	17
9.3 拉伸试验.....	17
9.4 弯曲试验.....	19
9.5 冲击试验.....	21
9.6 焊缝截面的宏观检验.....	21
9.7 检查和验证.....	22
10 逐只检验.....	22
10.1 压力试验.....	22
10.2 硬度试验.....	22
10.3 泄漏试验.....	22
11 试验结果不合格时的要求.....	22
12 标志.....	23
13 证书.....	24
附 录 A （规范性） 焊缝的射线检测.....	25
A.1 一般要求.....	25
A.2 要求.....	25
A.3 缺陷检测.....	25
附 录 B （规范性） 不锈钢焊接气瓶目视检查时的制造缺陷评定及合格标准.....	27
B.1 简介.....	27
B.2 通用要求.....	27
B.3 制造缺陷.....	27
B.4 不合格钢瓶.....	27
附 录 C （资料性） 合格证与批量质量证明书模板.....	29
C.1 合格证.....	29
C.2 批量质量证明书.....	32
参 考 文 献.....	35

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件修改采用ISO 18172-2:2007《气瓶 可重复充装不锈钢焊接气瓶 第2部分：试验压力大于6MPa》。

本文件与ISO 18172-2:2007相比做了以下结构调整：

- 将“3.2 符号”变更为“4 符号和说明”，后续章节号顺延；
- 删除了所有低温应变强化的相关内容，相关章节号、条款号和公式号进行了调整；

本文件与ISO 18172-2:2007的技术差异及其原因如下：

- 第1章中不锈钢的抗拉强度上限明确为实际抗拉强度上限，提高可操作性；
- 增加了规范性引用文件GB/T 150.3（见6.6.2），以适应我国的技术条件，提高可操作性；
- 增加了规范性引用文件GB/T 192，GB/T 196，GB/T 197（见7.6），以适应我国的技术条件，提高可操作性；
- 用规范性引用文件GB/T 228.1代替了ISO 6892（见9.3.1），以适应我国的技术条件，提高可操作性；
- 用规范性引用文件GB/T 229代替了ISO 14556（见9.5.2），以适应我国的技术条件，提高可操作性；
- 用规范性引用文件GB/T 231.1代替了ISO 6506-1（见10.2），以适应我国的技术条件，提高可操作性；
- 用规范性引用文件GB/T 232代替了ISO 7438（见9.4.1），以适应我国的技术条件，提高可操作性；
- 增加了规范性引用文件GB/T 13005，与我国的相关技术标准相协调；
- 对于钢瓶主体材料，用规范性引用文件GB/T 713.7代替了ISO 9328-7:2004（见5.1.1、5.2和9.3.2.2），并增加规范性引用文件GB/T 14976和NB/T 47010（见5.1.1和5.2），以适应我国的技术条件，提高可操作性；
- 用规范性引用文件GB/T 4334代替了ISO 3651-2（见8.3.3），以适应我国的技术条件，提高可操作性；
- 增加了规范性引用文件GB/T 8335代替了ISO 10920（见7.6），以适应我国的技术条件，提高可操作性；
- 瓶口螺纹要求部分重新编写，增加了瓶口厚度与承受外力不变形的要求，删除了规范性引用文件ISO 11191（见7.6）；
- 增加了规范性引用文件GB/T 9252（见8.3.2.2），与我国的相关技术标准相协调；
- 增加了规范性引用文件GB/T 13005，与我国的相关技术标准相协调；
- 增加了规范性引用文件GB/T 15385（见8.3.1.1），与我国的相关技术标准相协调；
- 增加了规范性引用文件GB/T 17925代替了ISO 10920（见A.3），以适应我国的技术条件，提高可操作性；
- 用规范性引用文件GB/T 19418代替了ISO 5817（见附录B），以适应我国的技术条件，提高可操作性；

- 用规范性引用文件GB/T 33209代替了ISO 9956-1及ISO 9956-3（见7.2），与我国相关技术标准协调一致；
- 用规范性引用文件NB/T 47013.2代替了ISO 2504及ISO 17636（见附录A），以适应我国的技术条件，提高可操作性；
- 用规范性引用文件NB/T 47013.7代替了ISO 17637（见B.2），以适应我国的技术条件，提高可操作性；
- 增加了规范性引用文件TSG 23（见12.1），以适应我国的技术条件，提高可操作性；
- 用规范性引用文件TSG Z6002代替了ISO 14732及ISO 9606-1（见7.2），以适应我国相关技术规范的要求，提高可操作性；
- 用规范性引用文件TSG Z8001代替了ISO 20807（见附录A.1），以适应我国的管理要求，提高可操作性；
- 删除了规范性引用文件ISO 13769（见12.1），以适应我国相关技术规范的要求，提高可操作性；
- 因我国无低温应变强化的实际生产实践和相关技术数据，删除了所有低温应变强化的相关条款，以适应我国的国情；
- 术语和定义增加了“钢瓶主体”，以明确符号说明中钢瓶长度L所代表的含义；
- 对于充装氢气的钢瓶，按照TSG 23《气瓶安全技术规程》的规定，明确了材料实际抗拉强度上限的要求（见5.1.2），同时将ISO 11114-1作为参考文献列入附注中，提高可操作性；
- 对于应力腐蚀工况材料的要求重新整理，（见5.1.7），提高可操作性；
- 规考虑到热处理又会改变瓶体的机械性能，规定采用冷作成形强化以及常温应变强化工艺制造的钢瓶不应进行热处理；
- 将材料供应商提供热处理报告要求改为在材料质量证明书中注明热处理信息（见5.3.3），以适应我国的基本国情；
- 为与TSG 23《气瓶安全技术规程》相协调，修改了应力削减系数的取值方法和探伤的要求（见6.2、7.7.2.4、8.2.2和附录A），；
- 增加了开孔位置的限制（见6.6.1），避开应力薄弱区域，提高安全性；
- 增加了开孔补强计算方法的要求（见6.6.2），与我国的相关技术标准协调一致，提高可操作性；
- 删除了采取焊管制造钢瓶筒体的结构（见7.1），以适应我国的TSG 07《特种设备生产与充装许可规则》的要求；
- 规定钢瓶不论是否充装氢脆性气体，焊缝都不应存在咬边和气孔等典型焊接缺陷（见7.2.3），以适应我国的技术条件，提高可操作性；
- 增加了钢瓶主体焊缝焊接方法的要求（见7.3.3），以适应我国的技术条件；
- 为与TSG 23《气瓶安全技术规程》相协调，修改了阀门保护的要求，规定钢瓶必须采用保护罩、固定式瓶帽或外部防护（集束装置或专用托架）进行保护，与我国的相关技术标准协调一致，提高可操作性；
- 将新设计试验更改为型式试验（见第8章），以适应我国的管理要求，提高可操作性；
- 明确型式试验覆盖条件中的钢瓶封头壁厚和直径为封头设计壁厚和钢瓶外径，提高可操作性；
- 为与TSG 23《气瓶安全技术规程》相协调，修改了型式试验抽样的要求（见8.1.3），以适应我国的管理要求，提高可操作性；
- 增加了水压爆破试验设备自动记录曲线的要求（见8.3.1.1），以适应我国的管理要求，提高可操作性；
- 将三片式钢瓶的一个腐蚀试验试件修改至受力情况更差的纵向焊缝（见8.3.3和图5），以适应我国的技术条件，提高可操作性；
- 增加了型式试验证书的要求（见8.4），以适应我国的管理要求，提高可操作性；

- 为与TSG 23《气瓶安全技术规程》相协调，批量数量进行了修改（见9.1），以适应我国的技术条件，提高可操作性；
- 按照GB/T 33209要求，环焊缝和纵焊缝的焊接工艺评定一般不同，故明确了当两环焊缝焊接工艺不同时，应每道环焊缝需分别取件试验（见9.3.3.1、9.4.2和图5），提高可操作性；
- 明确水压试验用水的氯离子含量要求（见10.1），以适应我国的技术条件，提高可操作性；
- 考虑到氦检漏精度及检测成本，一般为用户的订货时的额外要求，本文件删除了氦检漏泄漏试验的相关要求，保留国内常用的气密试验（见10.3），提高可操作性。；
- 为与TSG 23《气瓶安全技术规程》相协调，修改了钢瓶标志内容的要求（见12.1），以适应我国的技术条件；
- 修改了质量证明文件的要求并增加了出具合格证的要求（见第13章和附录C），同时将质量证明文件模板进行了修订，以适应我国的管理要求，提高可操作性；
- 增加了电子识读标识的要求，以适应我国的管理要求，提高可操作性。

本文件还做了以下编辑性改动：

- 将“应力削减系数（stress reduction factor）”翻译修改为“焊接接头系数”，以适应我国相关技术规范的要求，提高可操作性；
- 删除其它章节、条款和图表中的单位bar，压力单位统一为MPa，对应的壁厚计算公式也进行了修改（见6.1.3）；
- ISO 18171-2中图7并未标注t为何种厚度，而在图8中进行了标注，符号t说明中的参考图例由图7改为图8；
- 明确疲劳试验瓶的数量为3只（见8.2.2），ISO 18171-2中7.2.2和7.3.2试验瓶数量互相矛盾；
- 修改了晶间腐蚀试验试件取件位置的描述（见8.3.3）；
- 修改了ISO 18171-2图5中腐蚀试验试件数量的错误，应该为2件；
- 修改了ISO 18171-2注3引用条款的错误，被引用的条款应改为焊缝拉伸试验和焊缝弯曲试验的相关要求。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由本文件由全国气瓶标准化技术委员会（SAC/TC 31）提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

不锈钢焊接气瓶

第2部分：试验压力大于6MPa的气瓶

1 范围

本文件规定了不锈钢焊接气瓶（以下简称“钢瓶”）的材料、设计、生产工艺、制造工序和试验等最基本的要求。

本文件适用于水压试验压力大于6MPa（表压）、公称容积为0.5 L~150 L、瓶体材料实际抗拉强度不大于1100MPa、可重复充装压缩气体及液化气体的钢瓶。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 150.3 压力容器 第3部分：设计
- GB/T 192 普通螺纹 基本牙形（GB/T 192-2003;ISO 68-1:1998, MOD）
- GB/T 196 普通螺纹 基本尺寸(GB/T 196-2003;ISO 724:1993,MOD)
- GB/T 197 普通螺纹 公差（GB/T 197-2018:ISO 965-1:2013,MOD）
- GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法（GB/T 228.1-2021,ISO 6892-1:2019,MOD）
- GB/T 229 金属材料 冲击试验（GB/T 229-2020,ISO 148-1:2006,MOD）
- GB/T 231.1 金属材料 布氏硬度试验 第1部分：试验方法（GB/T 231.1-2018,ISO 6506-1:2014,MOD）
- GB/T 232 金属材料 弯曲试验方法（GB/T 232-2010,ISO 7438:2005,MOD）
- GB/T 713.7 承压设备用钢板和钢带 第7部分：不锈钢和耐热钢
- GB/T 4334 金属和合金的腐蚀 奥氏体及铁素体-奥氏体(双相)不锈钢晶间腐蚀试验方法（GB/T 4334-2020,ISO 3651-1:1998,ISO 3651-2:1998,MOD）
- GB/T 8335 气瓶专用螺纹（GB/T 8335-2011,ISO 11636-1:2010,NEQ）
- GB/T 9252 气瓶压力循环试验方法
- GB/T 13005 气瓶术语（GB/T 13005-2011,ISO 10286:2007,NEQ）
- GB/T 14976 流体输送用不锈钢无缝钢管
- GB/T 15385 气瓶水压爆破试验方法
- GB/T 17925 气瓶对接焊缝X射线数字成像检测
- GB/T 19418 钢的弧焊接头缺陷质量分级指南（GB/T 19418-2003,ISO 5817:1992,IDT）
- GB/T 33209 焊接气瓶焊接工艺评定
- NB/T 47010 承压设备用不锈钢和耐热钢锻件
- NB/T 47013.2 承压设备无损检测 第2部分：射线检测
- NB/T 47013.7 承压设备无损检测 第7部分：目视检测
- TSG 23 气瓶安全技术规程
- TSG Z6002 特种设备焊接操作人员考核细则
- TSG Z8001 特种设备无损检测人员考核规则

ISO 11114-1 气瓶—气瓶及瓶阀材料与气体介质的相容性-第1部分:金属材料 (Transportable gas cylinders — Compatibility of cylinder and valve materials with gas contents — Part 1: Metallic materials)

ISO 11117 气瓶瓶帽和保护罩—设计、制造和测试 (Valve protection caps and valve guards — Design, construction and tests)

3 术语和定义

GB/T 13005界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

屈服强度 yield stress

规定材料塑性延伸率为0.2 %时的应力($R_{p0.2}$),对于固溶处理状态的奥氏体不锈钢则为规定塑性延伸率为1.0%时的应力($R_{p1.0}$)。

3.2

固溶处理 solution annealing

奥氏体钢的软化热处理,将钢瓶加热到高于固溶温度的均匀温度,然后快速冷却。

3.3

冷作成形强化 cold working

在常温下对板材进行塑性变形处理,目的是永久提高材料强度。

3.4

常温应变强化 cold forming

在常温下对预制钢瓶施加的最终变形处理,目的是永久提高材料强度。

3.5

批量 batch

同一制造厂,采用相同的制造技术、相同的设计、规格和材料、在相同型号的焊接设备上按相同的焊接工艺,由同一炉罐号钢连续制造的钢瓶所限定的数量。

3.6

设计应力系数(F) design stress factor

在试验压力(P_h)下,筒体的当量壁应力与材料最小保证屈服强度(R_e)的比值。

3.7

钢瓶主体 main body of the cylinder

指钢瓶由封头和筒体或由两个封头组成的部分。

4 符号和说明

下列符号适用于本文件（见表1）。

表 1 符号和说明

符 号	单 位	说 明
a	mm	钢瓶筒体的最小计算厚度
a'	mm	钢瓶筒体的最小保证厚度，包含腐蚀余量(见8.1.1)
a _l	—	用于计算b时所用a的计算值(见6.3.2)
A	—	断后伸长率
b	mm	钢瓶封头的最小计算厚度
b'	mm	钢瓶封头的最小保证厚度（见8.1.1）
C	—	凸形封头的形状系数
D	mm	钢瓶外直径(见图1)
D _f	mm	压头的直径(见9.4.3和图10)
F	—	设计应力系数(见3.6)
h	mm	钢瓶封头的直边段高度(见图1)
H	mm	钢瓶封头的外曲面高度(见图1)
J	—	焊接接头系数
L	mm	钢瓶主体长度
n	—	弯曲试验压头直径(D _f)与试件厚度(t)之比
P _b	MPa	在爆破试验中测得的爆破压力（表压）
P _h	MPa ^a	水压试验压力（表压）
P _y	MPa	实测屈服压力（表压）
r	mm	封头过渡区内半径(见图1)
R	mm	碟形封头球面部分内半径(见图1)
R _e	MPa	3.1 中定义的用于设计计算的屈服强度
R _{ea}	MPa	由拉伸试验确定的屈服强度实测值
R _{p0.2}	MPa	根据GB/T 228.1，由钢瓶制造厂保证的成品钢瓶塑性延伸率为0.2 %时的应力最小值
R _{p1.0}	MPa	根据GB/T 228.1，由钢瓶制造厂保证的成品钢瓶塑性延伸率为1.0 %时的应力最小值
R _g	MPa	由钢瓶制造厂保证的成品钢瓶的抗拉强度最小值
R _m	MPa	由拉伸试验确定抗的拉强度的实测值(见9.3)
t	mm	试件的实际厚度(见图8)
^a 0.1 MPa=10 ⁵ Pa=1 bar		

5 材料与热处理

5.1 总则

5.1.1 筒体和封头等承压部件的不锈钢材料，应具有良好的冲压、拉深和焊接性能，并应符合 GB/T

713.7, GB/T 14976 或 NB/T 47010 的规定。

5.1.2 用于制造钢瓶的不锈钢材料应与充装的气体（例如腐蚀性气体、氢脆气体）相容。对于充装氢气的钢瓶，应当控制材料的实际抗拉强度不大于 880MPa；实际屈强比（屈服强度/抗拉强度的比值）不大于 0.90 时，允许材料的实际抗拉强度不大于 950MPa。

注：瓶体材料与充装气体的相容性可参考 ISO 11114-1。

5.1.3 热加工对奥氏体不锈钢和双相不锈钢存在晶间腐蚀风险，如果在制造过程中进行了任何热处理，则应按 8.3.3 要求进行晶间腐蚀试验。

5.1.4 制造厂应保证钢瓶所有承压部件原材料的可追溯性。

5.1.5 所有与瓶体焊接的材料应有良好的焊接性能。

5.1.6 钢瓶制造厂应当获取并在需要时可提供用于制造钢瓶承压部件的原材料及焊接材料的质量证明书。

5.1.7 某些牌号不锈钢材料易受环境影响导致应力腐蚀开裂（SCC），应采取特殊的预防措施，以确保所选材料与充装气体的相容性。设计时应考虑采用避免应力腐蚀开裂的后处理措施或选用耐应力腐蚀级别更高的材料。所采用的任何特殊预防措施都不应违背本文件中其它条款所规定的要求。

5.1.8 所选用的焊接材料应能确保钢瓶焊缝质量的一致性。焊缝强度应不小于钢瓶在设计和/或计算时所考虑的强度值。

5.2 材料类别

以下三大类不锈钢可用于钢瓶的制造：

——铁素体不锈钢；

——奥氏体不锈钢；

——铁素体-奥氏体不锈钢（双相不锈钢）。

所用钢材应符合 GB/T 713.7, GB/T 14976 或 NB/T 47010 要求。

5.3 热处理

5.3.1 采用冷作成形强化以及常温应变强化工艺制造的钢瓶，其预制零部件在成形后不应进行热处理。

5.3.2 用于制造钢瓶承压部件的铁素体不锈钢原材料应进行退火处理，奥氏体不锈钢和双相不锈钢原材料应进行固溶处理（见 GB/T 713.7，附录 C）。

5.3.3 钢瓶制造厂应获取并在需要时可提供 5.3.1 中用于钢瓶制造的材料质量证明书，质量证明书中应注明材料的热处理信息。

5.3.4 钢瓶制造厂应保存全部的钢瓶热处理记录。

5.4 试验要求

成品钢瓶的材料应能满足第8章中的要求。

6 设计

6.1 一般要求

6.1.1 承压部件的壁厚计算应基于母材的屈服强度。

6.1.2 设计计算时，屈服强度 R_e 的值应不大于 $0.85R_{g0}$ 。

6.1.3 设计计算所用的内压应为钢瓶的试验压力 P_h 。

6.1.4 钢瓶设计图样应包含完整的尺寸、材料要求及规格型号。

6.2 瓶体壁厚计算

瓶体最小厚度 a 应不小于式 (1) 的计算值：

$$a = \frac{D}{2} \left(1 - \sqrt{\frac{F \cdot J \cdot R_e - \sqrt{3} \cdot P_h}{F \cdot J \cdot R_e}} \right) \dots\dots\dots (1)$$

式中：

F — 设计应力系数， $F=0.77$ ；

J — 焊接接头系数，对于只有一条环向接头并按照附录A进行局部射线检测的钢瓶，以及对纵向和环向接头逐只进行100%射线检测的钢瓶，取 $J=1$ ；对于按照附录A进行局部射线检测的钢瓶，取 $J=0.9$ ；

最小壁厚还应满足6.4的要求。

6.3 凸形封头设计

6.3.1 封头形状应满足以下要求

—— 碟形封头[见图 1 a]： $R \leq D$ ； $r \geq 0.1D$ ； $h \geq 4b$ ；

—— 椭圆封头[见图 1 b]： $H \geq 0.192D$ ； $h \geq 4b$ 。

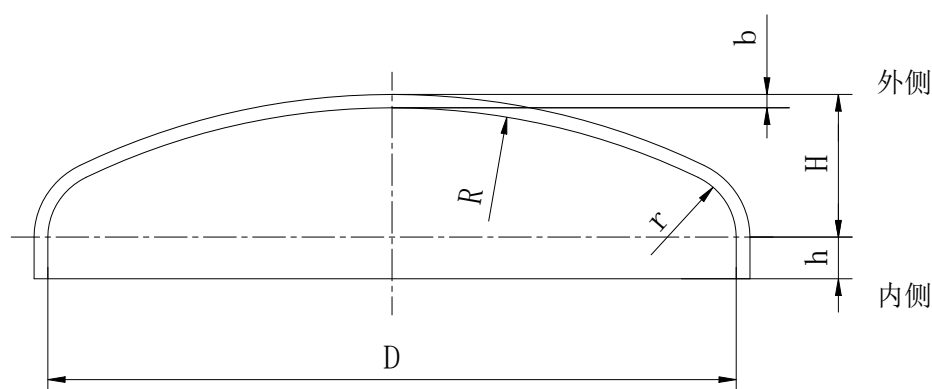
6.3.2 封头的最小厚度 b 应不小于式 (2) 的计算值：

$$b = a_1 \times C \dots\dots\dots (2)$$

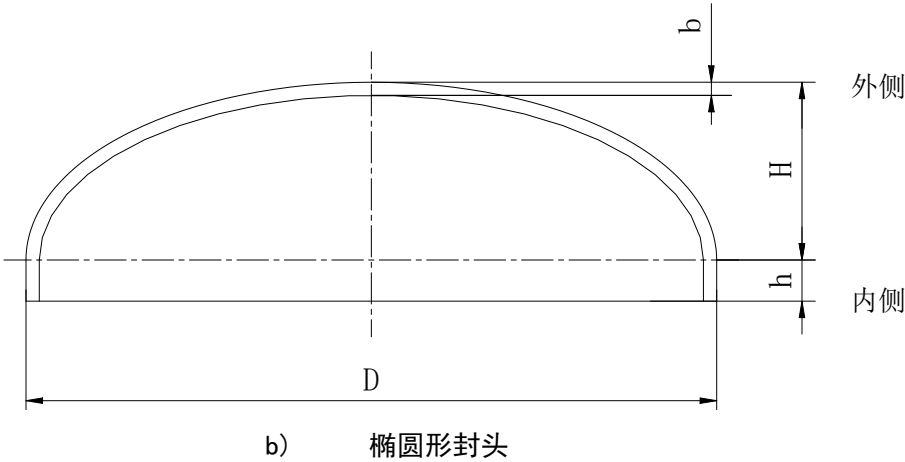
式中：

a_1 — 令 $J=1.0$ ，按6.2计算所得的 a 值；

C — 形状系数，其值应按图2或图3查得。



a) 碟形封头



注：对于碟形封头，封头高度H可以用下列公式计算

$$H=(R+b)-\sqrt{\left[(R+b)-\frac{D}{2}\right]\cdot\left[(R+b)+\frac{D}{2}-2(r+b)\right]} \dots\dots\dots (3)$$

图 1 封头形状示意

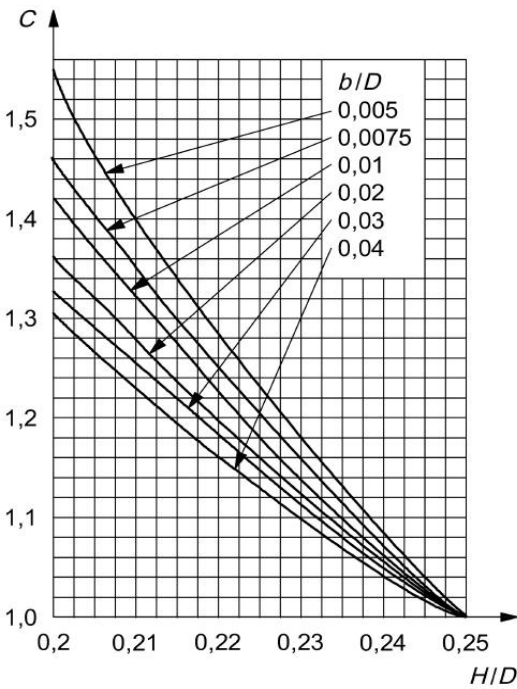


图 2 封头形状系数 C，H/D 在 0.20~0.25 之间

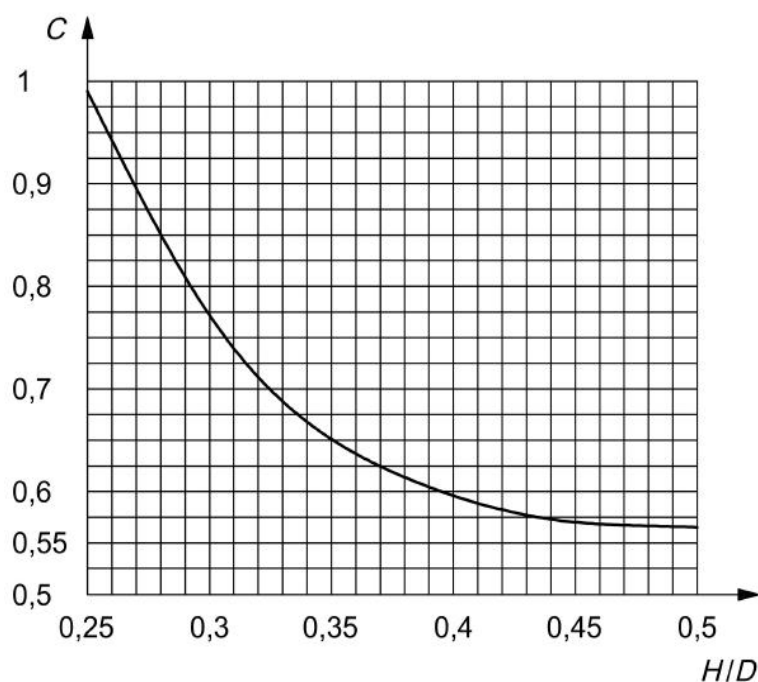


图3 形状系数 C , H/D 在 0.25 至 0.5 之间

6.4 最小壁厚要求

6.4.1 瓶体的最小壁厚 a 和封头的最小壁厚 b 应不小于公式(4)~(6)的计算值:

$$\text{对于 } D \leq 100\text{mm}: a = b = 1.1\text{mm} \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$\text{对于 } 100\text{mm} < D \leq 150\text{mm}: a = b = 1.1 + 0.008 (D - 100) \text{ mm} \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$\text{对于 } D > 150\text{mm}, a = b = D/250 + 0.7\text{mm}, \text{ 且不小于 } 1.5\text{mm} \quad \dots\dots\dots (6)$$

对于钢瓶的筒体和封头,不论是按照6.3采用规则计算法设计,还是按照6.5采用压力循环试验法设计,最小壁厚均不得小于公式(4)~(6)的计算值。

6.4.2 除需满足 6.3、6.4、6.5 的要求外,封头的直边段还应同时满足 6.4.3 的规定以及 6.2 中对筒体的要求。

6.4.3 对于两个封头切线间的圆筒部分的长度不大于 $\sqrt{2bD}$ 的钢瓶,圆筒部分壁厚应不小于封头曲面部分的厚度(见 6.3.2)。

6.5 其它形状封头

可采用6.3规定范围外的其它形状的封头,但必须通过8.3.2规定的压力循环试验或采用应力分析进行验证。

6.6 开孔设计

6.6.1 所有开孔都应在封头上,沿封头的轴线垂直方向测量孔边缘与封头外圆的距离,应不小于瓶体外径的10%。

6.6.2 每个开孔都应采用阀座（塞座）或衬垫进行补强。补强结构的材料应当具有良好的焊接性能且与钢瓶充装的介质相容，补强结构的设计应具备足够的强度、焊接牢固，且应避免有害的应力集中。补强结构应按照 GB/T 150.3 进行设计计算或按照 8.3.2 条要求进行压力循环试验进行确认。

6.6.3 开孔边缘焊缝与钢瓶环向及纵向焊接接头的距离应不少于 3a。

6.7 阀座（塞座）

阀座（塞座）的设计应使其与封头能实现全焊透的结构，阀座（塞座）的内端面至少与封头曲面内侧平齐。

7 制造和工艺要求

7.1 一般要求

钢瓶或钢瓶预制件应使用下列方式之一制造：

- 无缝管与锻造或冲压封头环向焊接；
- 无缝管热成型，封口处可通过添加金属焊接密封；
- 管子或板材冷作变形；
- 深冲压件焊接；
- 焊接筒体预制件常温应变强化；
- 板材卷制并通过纵缝焊接成形，与两端锻造或冲压的封头环向焊接。

7.2 焊接

7.2.1 一般要求

鉴于符合本文件的钢瓶所需壁厚较厚，故应对施焊过程特别注意（见7.3和7.7.2）。

7.2.2 焊接工艺

所设计的钢瓶在正式生产前，制造厂应按照GB/T 33209进行全部焊接工艺评定；焊工应按照TSG Z6002进行考核，并获得“特种设备焊接作业证书”。制造厂应保存上述相关记录。

7.2.3 焊接质量

不得存在气孔和咬边等典型焊接缺陷。对于充装氢气等氢脆性气体的钢瓶，施焊时应确保所有焊接缺陷符合GB/T 19418 B级标准。

7.3 承压部件的焊接接头

7.3.1 纵向焊接接头应不超过一条，并应采用对接接头。

7.3.2 筒体部位的环向焊接接头不应超过二条。当充装介质为腐蚀性气体时，环向焊接接头应采用不带垫板的对接接头。

7.3.3 钢瓶主体焊缝的焊接，应采用机械化焊接或自动焊接方法，并严格遵守经评定合格的焊接工艺。

7.4 非承压附件

7.4.1 对于底座、把手和颈圈等非承压附件，应采用与瓶体相容的钢材制成，例如，应选择避免产生电偶腐蚀的材料。

7.4.2 所有附件的焊接应避开纵向和环向接头，附件的设置应便于焊缝质量检查并避免造成积水。

7.4.3 对于立式钢瓶，应设置底座或其它支撑结构以保持其稳定性，但不得影响底部环焊缝的检查。采用焊接连接的底座应便于排水和通风。

7.5 阀门保护

7.5.1 对于水容积大于 5L 的钢瓶，在钢瓶结构设计时，应考虑设置瓶阀保护罩，或采用固定式瓶帽对瓶阀进行防护，避免因瓶阀损坏导致气体的泄漏。

7.5.2 瓶阀保护装置，应能满足 ISO 11117 规定的跌落试验的要求。

7.5.3 当钢瓶组装成集束装置或在专用托架内运输时，可不采用 7.5.1 和 7.5.2 所要求的瓶阀防护措施。

7.6 瓶口螺纹

瓶口螺纹与瓶阀螺纹的标准应匹配，锥螺纹应符合 GB/T 8335 或相关标准的规定，直螺纹应符合 GB/T 192、GB/T 196、GB/T 197 或相关标准的规定。瓶口的厚度，自螺纹大径到外圆的距离，不得小于 2 倍的筒体的设计壁厚，且应保证在承受紧阀力偶距和铆合颈圈的附加外力时不变形。瓶口螺纹应采用相对应的螺纹量规进行检查，瓶口螺纹的加工精度应符合设计要求，且应保证牙型完整且无任何毛刺等尖锐轮廓。

7.7 目视检测

7.7.1 不合格缺陷

瓶体组对前，应按照附录 B 中要求检查承压部件的质量一致性且无不合格缺陷。

7.7.2 焊缝

7.7.2.1 在钢瓶合拢缝焊接之前，应对纵焊缝内外表面进行目视检测。纵向焊缝不得带有永久性垫板。

7.7.2.2 所有焊缝表面应圆滑过渡，无凹陷，并且与母材熔合良好，无咬边或不规则突变。

7.7.2.3 所有对接接头应采用全焊透结构（见图 8 和 9）。焊缝余高应不影响焊缝的完整性。锁底焊对接焊缝应通过宏观腐蚀、弯曲或拉伸试验验证其焊透性。搭接焊缝应通过宏观腐蚀和弯曲试验验证其焊透性。有关试验按第 9 章要求进行。

7.7.2.4 射线透照检测按附录 A 的规定。

7.7.3 圆度

对于两片式钢瓶，筒体同一截面的最大最小外直径之差应不大于其平均直径的 1%；对于三片式钢瓶，筒体同一截面的最大最小外直径之差应不大于其平均直径的 1.5%。

7.7.4 直线度

瓶体圆筒部分的直线度应不大于圆筒部分长度的 0.3%。

7.7.5 垂直度

对于立式钢瓶，筒体与其同一轴线上开孔之间的垂直度应不大于瓶体圆筒部分长度的 1%。

8 型式试验

8.1 一般要求

8.1.1 所有新设计的钢瓶都应进行型式试验。

与原设计相比,存在下列任意情况之一时,即视其为新设计:

- 在不同的工厂制造的;
- 采用不同的焊接或制造工艺,或对现有工艺进行重大变更的,例如改变热处理、改变冷作成型强化工艺等;
- 采用不同化学成分范围的钢材制造的;
- 采用了 5.3 中不同的热处理方式的;
- 封头形状改变,如凹面承压变为凸面承压、椭圆形封头变为半球形封头等;或封头设计壁厚与钢瓶外径的比值改变;
- 最小保证屈服强度 R_e 和/或最小保证抗拉强度 R_m 改变;
- 瓶体总长增加超过 50 % (长径比小于 3 的钢瓶不能作为长径比大于 3 的设计原型使用);
- 外径变化超过 $\pm 2\%$;
- 筒体的最小保证壁厚 (a') 或封头的最小保证厚度 (b') 减小;
- 水压试验压力改变 (当已获批准的钢瓶高代低用时,不视其为新设计)。

8.1.2 制造厂应编制钢瓶的技术文件,包括但不限于设计图纸、设计计算书、材料明细表、焊接和制造工艺及热处理要求,作为型式试验证书的附件。

8.1.3 对于每种新设计的钢瓶,制造厂应提供一批至少 30 只钢瓶用于型式试验。经过型式试验机构同意,抽样基数也可以不少于试验用样品数量的 3 倍。

8.1.4 试验项目应包括 8.2.1 和 8.2.2 中列出的验证和试验。

8.2 验证与试验

8.2.1 验证

应验证以下项目:

- 满足第 5 章 (材料) 的要求;
- 设计符合第 6 章的规定;
- 测量两只钢瓶的筒体和封头壁厚,应符合 6.2 至 6.5 的要求,测量位置应包括至少三个钢瓶圆筒部位横截面和一个封头部位纵截面;
- 所有被抽取的试验瓶应满足第 7 章和附录 A 的要求。

8.2.2 试验列表

下列试验应在被抽取的试验瓶焊缝目视检查合格后进行:

- 选取 2 只钢瓶,按 9.3 (拉伸试验)、9.4 (弯曲试验)、9.5 (冲击试验,如适用) 和 9.6 (焊缝截面宏观检查) 进行试验,试样上应标明产品批次;
- 选取 2 只钢瓶,按 8.3.1 (水压爆破试验) 进行试验,试验瓶的钢印应齐全;
- 按附录 A 的要求进行射线胶片透照检测或射线数字成像检测;
- 选取 3 只钢瓶,按 8.3.2 (压力循环) 的规定进行试验,试验瓶的钢印应齐全;
- 对于采用奥氏体不锈钢或双相不锈钢制造的用于充装腐蚀性气体 (参见 ISO 11114-1) 的钢瓶,选取一只钢瓶,按 8.3.3 (腐蚀试验) 进行试验。

这些试验应在完成所有制造工序后的成品钢瓶上进行。

8.3 试验要求

8.3.1 水压爆破试验

8.3.1.1 试验瓶应按照成品钢瓶的要求压印全部钢印内容。水压爆破试验方法按 GB/T 15385 的要求，升压速率不超过 0.1MPa/s，并可自动记录“时间—压力”曲线和“压力—进水量”曲线。

8.3.1.2 爆破压力 P_b 至少为试验压力的 2.25 倍。测得的屈服压力 P_y 应不小于式 (7) 计算值：

$$P_y \geq P_h / F \dots\dots\dots (7)$$

瓶体爆破不应产生任何碎片。

爆破主断口不应出现任何脆断现象，例如，断口的边缘不应呈放射状，而应与径向平面成一定角度，且断口应有明显的剪切唇。

爆破口的起始点不应位于钢印标记上。

8.3.2 压力循环试验

8.3.2.1 用于压力循环试验的 3 只钢瓶的钢印内容应齐全。

8.3.2.2 应采用无腐蚀性液体对钢瓶进行压力循环试验，试验方法按 GB/T 9252 的规定进行，循环压力上限为钢瓶的试验压力 (p_h)，循环压力下限不得超过压力循环上限的 10%。循环频率不得超过 0.25Hz (15 次/min)。试验过程中，钢瓶外表面温度不得超过 50 °C。

8.3.2.3 钢瓶应进行 12000 次压力循环，试验过程中应无泄漏或失效。

8.3.2.4 应测量试验瓶瓶底中心的厚度并记录在型式试验报告中。与型式试验报告记录的厚度相比，正式产品的瓶底中心厚度的减薄量不应大于 15%。

8.3.3 腐蚀试验

对于按照 5.2 中规定材料制造并充装腐蚀性气体的钢瓶，型式试验时应选取一只按照 GB/T 4334 的要求进行晶间腐蚀试验。试样应从瓶体上截取，几何尺寸应满足弯曲试验的要求。

根据钢瓶结构，按图 4 或图 5 所示的位置截取两个试样。

腐蚀性气体列于 ISO 11114-1 中，用于充装腐蚀气体的钢瓶应在钢印标记中加打标志“H”。

8.4 型式试验证书

若所有试验结果合格，型式试验机构方可颁发型式试验证书。

9 批量试验

9.1 一般要求

每批钢瓶的数量应不超过 200 只（不包括破坏性试验用瓶）。批量试验时，应按表 2 从每批中随机抽取成品钢瓶作为试验瓶。所有批量试验均应在成品钢瓶上进行。

表 2 批量抽样

批量大小（只）	取样的钢瓶数量（只）	试验瓶数	
		力学性能试验 ^a	水压爆破试验 ^b
≤200	2	1	1
^a 力学性能试验包括拉伸试验（按照 9.3）、弯曲试验（按照 9.4）、冲击试验（如适用，按照 9.5）和焊接截面宏观检查（按照 9.5）。 ^b 按照 8.3.1 的规定。			

9.2 资料

批量检验时，制造厂应提供下列资料：

- 型式试验证书；
- 5.1.6 中规定的材料的质量证明书，质量证明书中应注明按炉罐号分析的化学成分；
- 注明瓶号和规定钢印内容的钢瓶清单；
- 螺纹检验方法及检验结果报告。

9.3 拉伸试验

9.3.1 一般要求

母材的拉伸试验应在成品钢瓶上截取试样，按照GB/T 228.1的要求进行。由钢瓶内外壁构成的试样两个表面不得进行机械加工。只有试样末端可通过冷压压平，以方便试验机夹持。焊缝的拉伸试验应按9.3.3进行。

9.3.2 母材拉伸试样

9.3.2.1 应从母材上截取以下试样（两片式钢瓶取样见图4，三片式钢瓶取样见图5）：

- 从任一封头上截取一件拉伸试验试样（如果封头材料来自不同的材料供应商，则每只封头应各取一件拉伸试验试样）；
- 一件纵向拉伸试验试样（对三片式钢瓶，取样位置应与纵焊缝相隔180°）；对于常温应变强化的钢瓶，拉伸试样应从圆筒部分中间区域截取。

9.3.2.2 试验测得的屈服强度（ R_{eH} ）和抗拉强度（ R_m ）值应不小于钢瓶制造厂规定的最小保证值，且不得低于GB/T 713.7中规定的强度下限值。对于进行了热处理的钢瓶，断后伸长率不得小于14%。对于无需热处理的钢瓶，如果爆破试验后瓶体破裂未产生任何碎片，则断后伸长率低于14%时也视为合格。

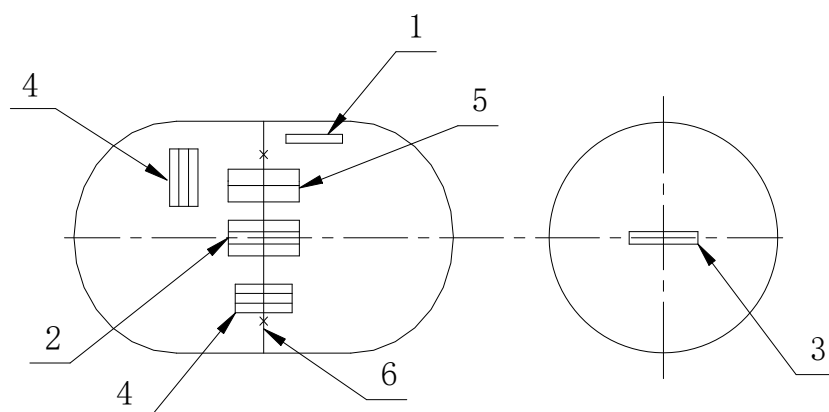
9.3.3 焊缝拉伸试样

9.3.3.1 应从焊缝中截取以下试样：

- 1件纵焊缝拉伸试验试样；
- 1件环焊缝拉伸试验试样，当两条环焊缝采用不同的焊接工艺时，则每条环焊缝各截取1件拉伸试验试样。

9.3.3.2 焊缝拉伸试样应垂直于焊缝截取。试样缩减截面部分宽度为25毫米，长度为焊缝两侧熔合线外各加15mm。缩减截面部分外的试样宽度应逐渐加大，见图6。

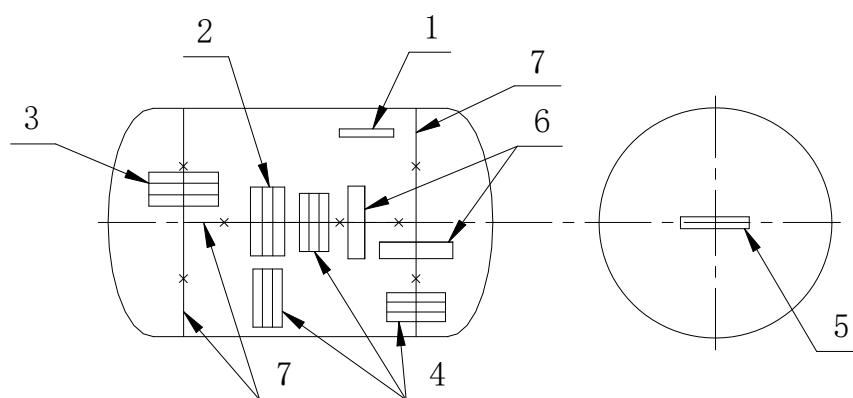
9.3.3.3 试样无论断裂在什么位置，其实测抗拉强度值应不小于9.3.2.2中规定的母材抗拉强度最小值。



注:

1. 1个拉伸试样
2. 1个拉伸试样, 1个背弯试样, 1个面弯试样
3. 1个拉伸试样 (仅当瓶体圆筒部分长度不足时需要)
4. 冲击试样
5. 腐蚀试样
6. 焊缝

图4 三片式钢瓶取样图



注:

1. 1个拉伸试样
2. 1个拉伸试样, 1个背弯试样, 1个面弯试样
3. 1件拉伸试样, 1件背弯试样, 1件面弯试样 (具体要求见9.3.3.1和9.4.2)
4. 冲击试样
5. 1个拉伸试样
6. 2个腐蚀试样
7. 焊缝

图5 三片式钢瓶取样图

单位为毫米

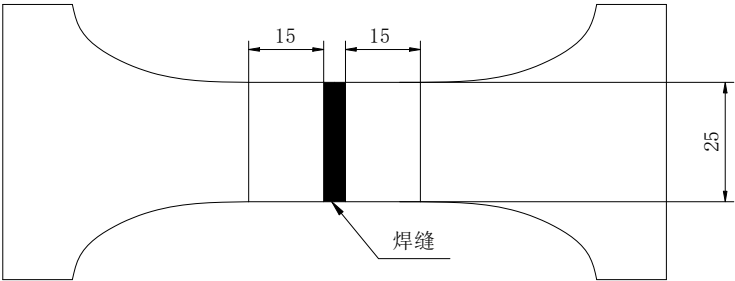


图 6 拉伸试样尺寸

9.4 弯曲试验

9.4.1 弯曲试验按 GB/T 232 的规定进行。试样按图 4 或图 5 截取，试样加工尺寸按图 7。

9.4.2 需要进行如下弯曲试验：

- 纵焊缝进行 1 个背弯试验和 1 个面弯试验；
- 环焊缝进行 1 个背弯试验和 1 个面弯试验。当两条环焊缝采用不同的焊接工艺时，则每条环焊缝应分别进行 1 个面弯试验和 1 个背弯试验。

9.4.3 试样绕压头向内弯曲直至内侧边缘间距不大于压头的直径后应不产生裂纹（见图 10）。弯曲试验时，压头应布置在焊缝中心位置。

9.4.4 压头的直径（ D_f ）与试样的厚度（ t ）的比值 n 应符合表 3 的规定。

表 3 弯曲试验要求

实测抗强度 R_m / MPa	比值 n
$R_m \leq 440$	2
$440 < R_m \leq 520$	3
$520 < R_m \leq 600$	4
$600 < R_m \leq 700$	5
$500 < R_m \leq 800$	6
$800 < R_m \leq 900$	7
$R_m > 900$	8

单位为毫米

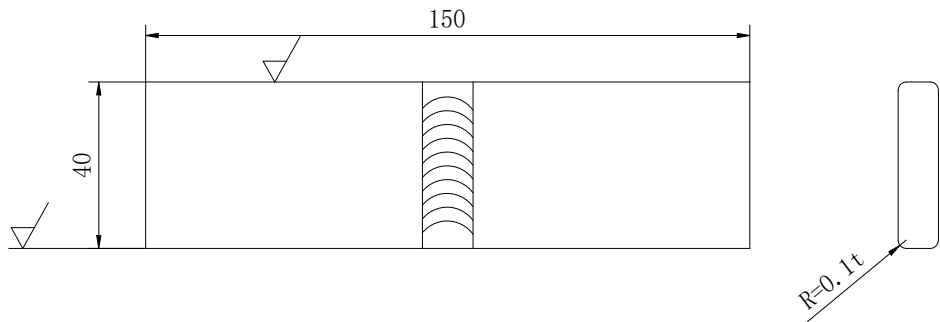


图 7 横向弯曲试验-试样制备详图

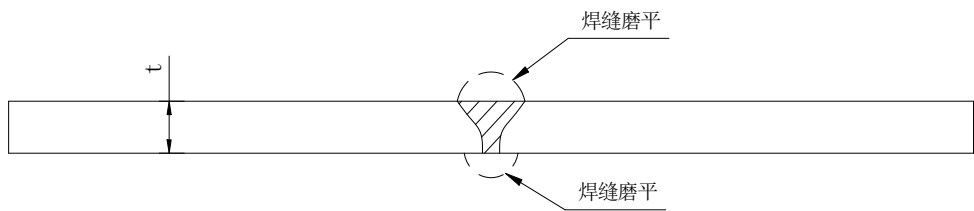


图 8 横向弯曲试验-对接焊接接头试样

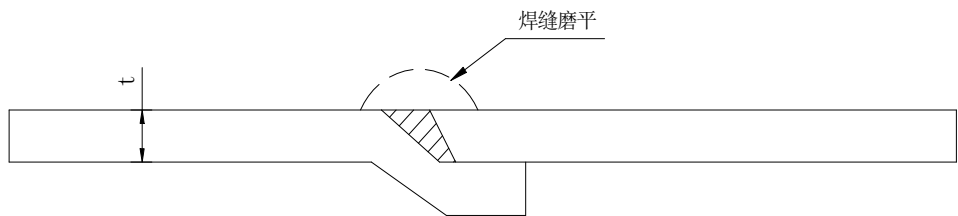


图 9 横向弯曲试验-锁底焊接接头（锁底焊对接）试样

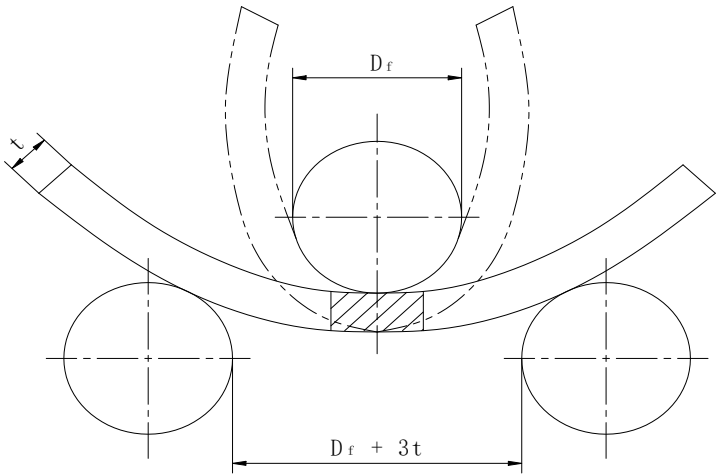


图 10 弯曲试验示意图

9.5 冲击试验

- 9.5.1 壁厚小于 5 mm 的钢瓶无需进行冲击试验，采用固溶状态奥氏体不锈钢或双相钢不锈钢制造的钢瓶也无需进行冲击试验。
- 9.5.2 除了满足下列要求外，冲击试验应根据 GB/T 229 进行。
- 9.5.3 冲击试验温度应按照 ISO 21028-2 中要求进行确定，最低设计参考温度为-50℃。并应使用钢瓶的实际壁厚确定实际冲击试验温度。
- 9.5.4 冲击试样按以下要求截取，见图 4 或图 5：
- 每种母材取 3 个冲击试样；
 - 纵向焊缝取 3 个冲击试样；
 - 任一个环焊缝取 3 个冲击试样。
- 9.5.5 对于母材试样，应从瓶壁截取横向冲击试样。缺口应垂直于瓶壁表面。试件只能在四个面上进行加工，瓶壁的内表面和外表面不得进行加工。对于外径不超过 140 mm 的钢瓶，可以进行纵向冲击试验代替横向冲击试验。
- 9.5.6 除外径不超过 140 mm 的钢瓶可以截取纵向试样外，焊缝冲击试样应取垂直于焊缝截取。缺口应位于焊缝的中心，并应垂直于钢瓶表面。试样的六个面均应加工。如果瓶体壁厚不能加工出 10 mm 厚度的试样，则试样厚度应尽可能接近瓶壁的名义厚度。
- 9.5.7 三个试样的平均值应满足表 4 中的规定。任何单个试样的冲击值都不应低于平均值的 70 %。

表 4 冲击试样的最小冲击值

抗拉强度R _g		≤750MPa		>750MPa	
材料		母材	焊缝	母材	焊缝
冲击值 J/cm ²	D>140mm ^a	45	45	35	35
	D≤140mm ^b	60	50	50	50
^c 横向弯曲					
^d 纵向弯曲					

9.6 焊缝截面的宏观检验

每种焊接工艺应进行相应焊缝的宏观检验。应能看出焊缝完全熔合且无装配不良或A3.2中所定义不合格缺陷。

注：双相钢具有特殊的显微组织，需要比非双相不锈钢更仔细地检查。

9.7 检查和验证

应对每批钢瓶进行如下检查和验证：

- 查验已出具的批量质量证明书，钢瓶与批量质量证明书应相符。
- 检查是否满足第5、6、7章的要求，特别是通过对钢瓶内、外部进行检查来确认制造厂根据第7章进行的制造和检查是否符合要求。目视检查的数量至少要达到本批钢瓶总数的10%。但若发现表B.1描述的缺陷时，则该批所有钢瓶都须进行目视检测。
- 按9.1规定的钢瓶数量，进行或见证9.3（拉伸试验）、9.4（弯曲试验）、9.5（冲击试验，如适用）、9.6（焊缝截面宏观检验）和8.3.1（水压爆破试验）中规定的试验。
- 评估按附录A规定的无损检测结果。
- 检查钢瓶标志是否满足第12章的要求。
- 检查制造厂提供的资料是否正确；应对资料进行随机抽查。

10 逐只检验

10.1 压力试验

每只钢瓶都应进行压力试验。进行压力试验时，应使用合适的流体（通常为水）作为试验介质。当用水作为试验介质时，应控制氯离子的含量不大于25ppm，以避免发生腐蚀风险。

注：可采用气压试验，但应考虑比液压试验更多的安全措施，包括采取措施确保试验安全操作和控制试验能量的释放。

钢瓶的试验压力应以受控的速率增加，直至试验压力 P_h 。钢瓶应在试验压力 P_h 下保压至少30s无压力回降，同时钢瓶应无可见变形和可见泄漏。

10.2 硬度试验

采用常温应变强化工艺制造的钢瓶应逐只按照GB/T 231.1进行硬度试验，测量其圆筒中部的硬度。硬度试验应在常温应变强化后进行。硬度值的合格范围由制造厂根据其所用材料和常温应变强化工艺确定，并在设计文件中注明。

10.3 泄漏试验

如果钢瓶制造过程中按10.1条做了气压试验，则无需进行泄漏试验。否则，每只钢瓶都应进行气密性试验，气密试验压力为公称工作压力。

11 试验结果不合格时的要求

如果出现了试验结果不合格的情况，应按以下要求进行复验：

- a) 如果有证据表明试验过程有误，或测量设备有误，则应重新进行试验。如果重新试验结果合格，则可忽略第一次试验的结果。
- b) 如果试验是以正确的方式进行，则应查明试验结果不合格的原因：

- 1) 如果不合格是由于热处理（如适用）原因造成的，则制造厂应将本批次的所有钢瓶重新进行热处理；
- 2) 如果不合格不是由于热处理（如适用）的原因造成，所有发现有缺陷的钢瓶应报废或通过已批准的方法进行返修。返修后的钢瓶应视为新的一批产品。

返修后的钢瓶和原批次中剩余的钢瓶应视为两个单独的批次。该两批产品，应按新的批量重新进行检查和试验。仅需再次验证之前不合格的试验项目是否符合本文件的要求。如仍有一项或多项试验结果不合格，则原批次中的所有钢瓶报废。

12 标志

12.1 钢印标志的内容应符合 TSG 23 的规定，其中，位于封头上的钢印标志见图 11（a）和（b），位于底座或瓶阀保护罩上的钢印标志见图 11（c），钢印内容见表 5。

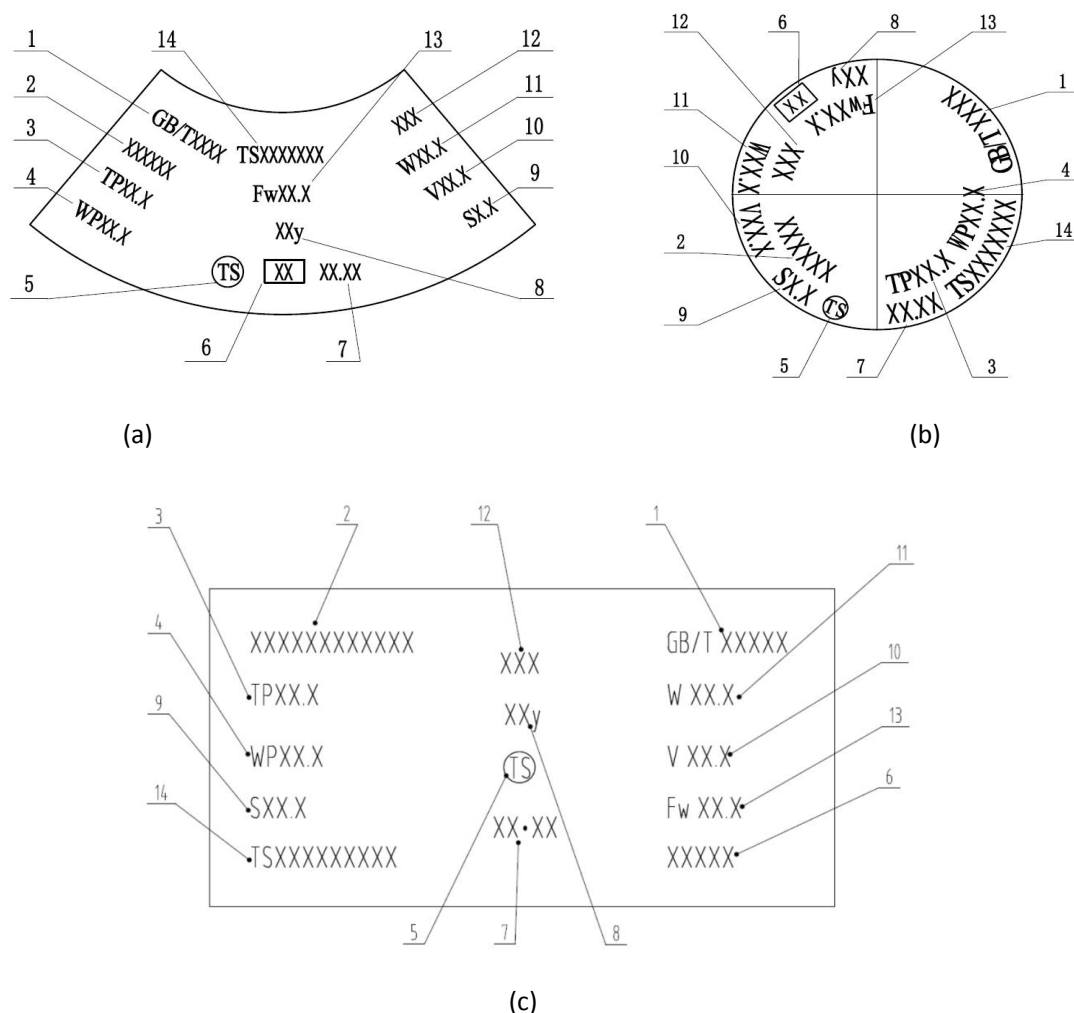


图 11 钢印标志内容及排列方式示意图

表 5 钢印内容一览表

编号	钢印形式(例)	含义
1	GB/T XXXX	产品标准号
2	XXXXXX	钢瓶编号 ^a
3	TPXX. X	水压试验压力, MPa
4	WPXX. X	公称工作压力, MPa
5		监检标记
6		制造单位代号
7	XX. XX	制造日期
8	XXy	设计使用年限, y
9	SX. X	瓶体设计壁厚, mm
10	VXX. X	实际容积, L
11	WXX. X	实际重量, kg
12	XXX	充装气体名称或者化学分子式
13	FwXX. X	液化气体最大充装量, kg
14	TSXXXXXXXX	气瓶制造许可证编号
^a 钢瓶编号应为可追溯性唯一编号, 编号规则见 TSG23-2021《气瓶安全技术规程》附录 H;		

12.2 任何钢印标志不得位于钢瓶圆筒部位。

12.3 位于封头的标志应清晰易读, 应通过疲劳试验和爆破试验验证其破裂口不得起始于标志区域。

12.4 电子识读标识应符合以下规定:

- 出厂的每只钢瓶, 均应在醒目位置装设牢固、不易损坏的电子识读标识(如二维码、电子芯片等), 作为钢瓶的电子合格证。
- 钢瓶电子合格证所记载的信息应在气瓶质量安全追溯信息平台上有效存储并对外公示, 存储与公示的信息应当做到可追溯、可交换、可查询和防篡改。钢瓶电子合格证的格式和内容参见附录C。

13 证书

每批出厂的钢瓶均应附有合格证(含纸质合格证和电子合格证)和批量质量证明书以证明钢瓶满足本文件的所有要求。附录C提供了合格证与批量质量证明书的模板。

附 录 A
(规范性)
焊缝的射线检测

A.1 一般要求

射线透照胶片检测应符合NB/T 47013.2中的技术要求。射线底片应显示焊缝的完全熔透且无不合格缺陷(见附录B中规定)。检测设备应由按照TSG Z8001评定的RT I级或以上人员操作,并由RT II级或以上人员审核。

可采用射线数字成像检测替代射线透照胶片检测。

A.2 要求

A.2.1 在10.1的压力试验后,应逐只按表A.1和A.2所列进行射线检查。

表 A.1 纵向焊接接头

焊接接头系数 J	0.9	1.0
长度比例 %	20%	100%
焊接接头交接处	全部	全部

表 A.2 环向焊缝焊接接头

钢瓶结构形式	三片式	三片式	两片式
焊接接头系数 J	0.9	1.0	1.0
长度比例 %	20%	100%	20%
焊接接头交接处	全部	全部	--
焊缝重叠区	需进行检测	需进行检测	需进行检测

A.2.2 对于带纵焊缝局部射线检测的钢瓶,应额外超出焊接接头交接处一定距离进行检测,超出距离应不小于图A.1中的规定。

A.2.3 如果射线底片中无不合格缺陷,且所有批量检验项目合格,则该批次钢瓶视为合格。

A.2.4 对于局部射线检测的钢瓶,如果任何一张射线底片显示出不合格缺陷,相关班次生产的所有产品都应进行100%环、纵焊接接头射线检测。

当查明缺陷原因并纠正后,后续生产的钢瓶也应进行100%环、纵焊接接头射线检测。

当有多台焊接设备用于生产时,则上述规定应适用于每台同类型的焊接设备。

A.3 缺陷检测

焊缝射线检测按NB/T 47013.2进行,射线检测技术等级不低于AB级;对于采用X射线数字成像检测的按GB/T 17925的规定。焊缝接头质量等级不低于II级。

尺寸单位为mm

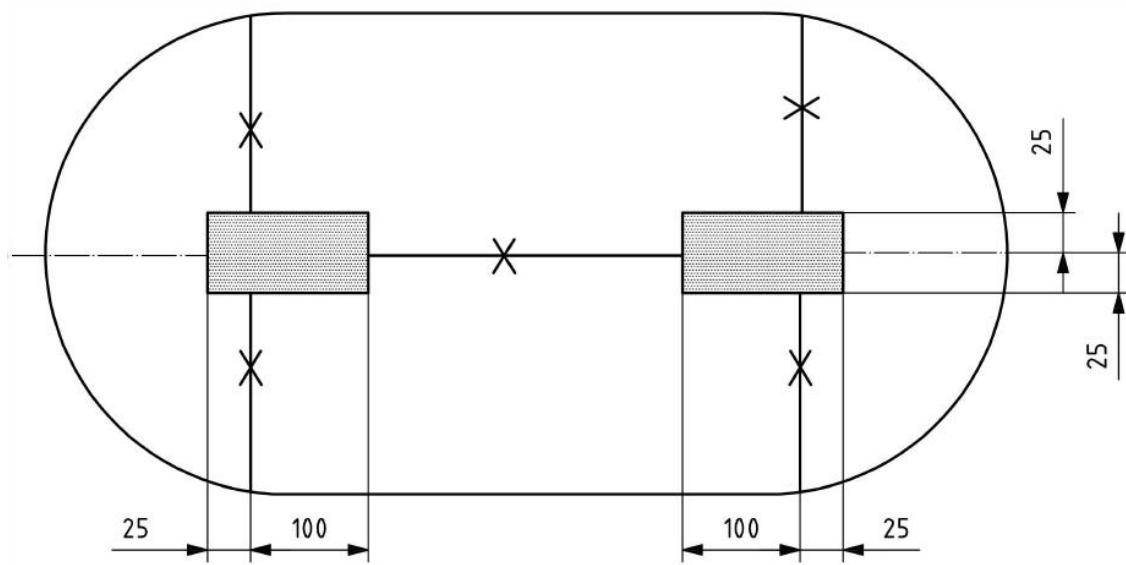


图 A. 1 焊接接头交接处射线检测范围

附录 B

附录 B

(规范性)

钢焊接气瓶目视检查时的制造缺陷评定及合格标准

B.1 简介

在不锈钢焊接气瓶的制造过程中可能会出现多种类型的缺陷。这些缺陷可能是机械缺陷，也可能是材料缺陷。它们可能是由于材料本身、制造工艺、热处理、标志加工以及制造过程中的其它事件造成的。

本附录的目的是为了让实施目视检测的检验人员能够识别最常见的制造缺陷，并提供了报废的标准。然而，检验人员应具有丰富的现场经验和准确的判断能力，以便能够在目视检查时发现、评估并确认缺陷（见GB/T 19418）。

B.2 通用要求

B.2.1 目视检测应按照NB/T 47013.7的要求进行。应确保在良好的条件下进行内部和外部目视检测。应使用合适的照明光源确保足够的亮度，比如光照强度应至少50 lux。

金属表面，特别是内壁表面，应清洁、干燥，不得有氧化物、腐蚀和水垢，以避免掩盖更严重的缺陷。必要时，在进一步检查之前，表面应在严格控制的环境下进行清理，以免以任何方式损坏钢瓶。

当环焊缝焊接后进行目视检查时，应使用内窥镜、牙科镜或其他适当器具检查瓶口内侧区域。

B.2.2 缺陷可按照表B.1进行返修。应确保所使用的任何返修方法都不会损害钢瓶的安全性。要着重注意避免因返修导致新的缺陷。返修后，应重新检查钢瓶，必要时，应重新检查壁厚。

B.3 制造缺陷

表B.1列出了最常见的制造缺陷及其定义。该表中包含了返修或报废的判定标准。这些判定标准是在大量现场经验的基础上建立的，适用于各种尺寸和类型的钢瓶和使用条件。然而，某些客户要求，某些类型的气瓶或某些特殊的使用条件可能需要更严格的合格指标。

B.4 不合格钢瓶

所有不合格的钢瓶都应报废处理，不得用于任何其它用途。



图 B.1 凹坑示例

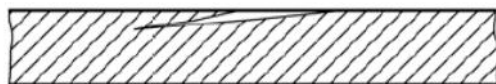


图 B.2 分层示例

表 B.1 不锈钢焊接钢瓶制造缺陷及报废标准

缺陷	描述	评定条件和/或措施	返修或报废
鼓胀	钢瓶明显鼓胀	所有带有此类缺陷的钢瓶	报废
凹坑	钢瓶内的凹坑既没有穿透也没有去除金属（见图B.1），且深度大于钢瓶外径的1%	——当凹坑深度超过钢瓶外径的3%时；	允许返修，然后进行热处理（如需要），或报废
		——当凹坑的直径小于凹坑深度的15倍时	允许返修（如需要），然后进行热处理，或报废
划痕或凿痕	尖锐划痕使金属被移除或减薄深度超过钢瓶壁厚5%	当切割或凿槽的深度超过壁厚10%，或长度超过瓶体外径的25%时	允许通过修磨返修 ^a 或报废
分层	瓶体材料分层，如表面出现不连续或裂纹、搭接或凸起（见图B.2）	——内部缺陷：所有带有此类缺陷的钢瓶；	允许通过修磨返修 ^a 或报废
		——外部缺陷：所有带有此类缺陷的钢瓶	允许通过修磨返修 ^a 或报废
裂纹	金属上的裂口或裂缝	带有此类缺陷的所有钢瓶	报废
瓶口内螺纹损坏	瓶口螺纹损伤，存在凹坑，划痕，毛刺或超差	——设计允许时，螺纹可重新攻丝，用对应的螺纹规重新检查并重新仔细进行目测检测。有效螺纹牙数应符合要求；	返修
		——如果不能修复	返修
颈圈不牢固，不能受力	颈圈在较低扭矩作用下转动或在较小轴向力作用下脱落 ^b	所有带有此类缺陷的钢瓶	允许返修或报废
与设计图纸不符			允许返修或报废
模糊、修改或错误的钢印	用金属冲头刻打的标志	所有带有此类缺陷的钢瓶	允许返修或报废
^a 经过修磨返修后，应检查剩余壁厚应不小于最小保证壁厚。 ^b 制造厂应确保取下颈圈所需的轴向力大于空瓶重量的10倍且不小于1000N，转动颈圈所需的最小扭矩大于100N·m。			

附录 C

附录 C

(资料性)

合格证与批量质量证明书模板

C.1 合格证

(制造单位名称)

不锈钢焊接气瓶

产 品 合 格 证

气瓶名称_____

产品编号

制造日期

制造许可证

本产品的制造符合 GB/T 32566.2-20XX《第 2 部分：试验压力大于 6MPa 的气瓶》和设计图样要求。经检验合格。

检验责任人(章)

质量检验专用章

年 月 日

主要技术资料

公称容积_____ L 实际容积_____ L
内直径 _____ mm 总长度 _____ mm
充装介质_____ 最大充装量_____ kg
筒体设计壁厚_____ mm 封头设计壁厚_____ mm
瓶体材料牌号_____ 材料标准号_____

材料化学成分规定值/ %

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	N	其它

材料强度规定值:

R_e _____ MPa R_g _____ MPa

钢瓶质量（不包括可拆件）: _____ kg

压力试验压力_____ MPa 气密性试验压力_____ MPa

焊接接头系数 ϕ _____

焊接接头射线透照检测

依据标准_____

检测比例_____

合格级别_____

检测结果_____

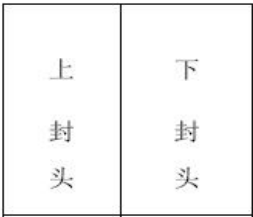
焊接返修次数

1 次_____处; 2 次_____处; 3 次_____处

焊接返修部位展开简图



（三部分组成）



（两部分组成）

（接上页）

使用说明：

钢瓶简图：

C.2 批量质量证明书

(制造单位名称)

不锈钢焊接气瓶批量检验质量证明书

钢瓶名称_____

盛装介质及化学分子式_____

图号_____

生产批号_____

制造日期_____

制造许可证编号_____

本批钢瓶共 只，编号从 号到 号，经检查和试验符合 GB/T 32566.2-20

××和设计图样的要求，是合格产品。

监检机构监检专用章

制造单位检验专用章

监检员

检验部门负责人

年 月 日

年 月 日

制造单位地址：

邮政编码：

电话：

注：规格要统一，表心尺寸推荐为150mm×100mm。

1
 主要技术数据

公称容积	L	公称工作压力	MPa
公称直径	mm	耐压试验压力	MPa
钢瓶主体名义壁厚	mm	气密性试验压力	MPa

2
 试验瓶的测量

试 验 瓶 号	实际容积 L	净 重 kg	最小实测壁厚，mm		热处理炉号
			筒体	封头	

3
 钢瓶主体材料化学成分
 %

编号	牌号	C	Si	Mn	P	S
标准的规定值						

4
 焊接材料

焊丝牌号	焊丝直径 ， mm	焊剂牌号

5
 钢瓶热处理

方法	加热温度	℃
保温时间	h	冷却方式

6
 焊缝射线检测

焊缝总长	mm	检查比例	%
按 NB/T 47013 或 GB/T 17925 检测		级合格	
试验用瓶			
返修 1 次	处，返修 2 次	处，返修 3 次	处。

7
 瓶体强化方式

冷作成形强化：

常温应变强化：

7 力学性能试验

试板编号	抗拉强度 <i>R_{ma}</i> MPa	伸长率 <i>A</i> %	弯曲试验		冲击值 J/cm ²
			横向面弯	横向背弯	
注：焊缝试样无伸长率指标。					

8 晶间腐蚀试验

按 GB/T 4334 试验，试验结果_____

9 水压爆破试验

试验瓶号	爆破压力 MPa	开始屈服压力 MPa	爆破时容积变形率 %

10 试验瓶爆破位置和形状简图

参 考 文 献

- [1] ISO 9809-3, Gas cylinders — Refillable seamless steel gas cylinders — Design, construction and testing — Part 3: Normalized steel cylinders
- [2] ISO 10297, Transportable gas cylinders — Cylinder valves — Specification and type testing
- [3] ISO 10920, Gas cylinders — 25E taper thread for connection of valves to gas cylinders — Specification
- [4] ISO 11191, Gas cylinders — 25E taper thread for connection of valves to gas cylinders — Inspection gauges
- [5] ISO 14556, Steel — Charpy V-notch pendulum impact test — Instrumented test method
- [6] EN 13445-2, Unfired pressure vessels — Part 2: Materials
- [7] ST/SG/AC.10/1/Rev.13 Recommendations on the Transport of Dangerous Goods: Model Regulations, Thirteenth revised edition 2003
- [8] TSG 07-2019 特种设备生产和充装单位许可规则